

# INUNDACIÓN DE ABRIL DE 2013 – ESTUDIO DE LA PRECIPITACIÓN EN LA CIUDAD DE LA PLATA COMO EXPERIENCIA PARA LA REVISIÓN DE LOS CRITERIOS APLICADOS AL PROYECTO DE DESAGÜES Y REDES DE ALERTA.

Bianchi, Guillermo J.

UIDET Hidrología, Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, UNLP Calle 47 N° 200, Piso 1, Oficina 6, La Plata – Tel. 0221-427-5223

[bianchiguillermo1@gmail.com](mailto:bianchiguillermo1@gmail.com)

Palabras clave: precipitaciones, inundación, La Plata, desagües

## Introducción

La trágica inundación provocada por las lluvias del 2 y 3 de abril de 2013 en las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada ha merecido un capítulo especial en cuanto a su consideración y entendimiento, por parte de la comunidad científica, que se ha abocado a la realización de numerosos trabajos y estudios específicos (Ref.1).

En particular el presente trabajo se enmarca dentro de la línea de investigación L1 (Estudios y Diseños Hidrológicos en Áreas Urbanas) de la UIDET Hidrología.

Se trata de estudios aplicados a la variabilidad espacio temporal de las lluvias y al análisis de eventos extremos en la región. Una consecuencia inmediata de sus resultados conduce a la evaluación de sistemas de monitoreo hidrometeorológico en tiempo real y su contribución a los sistemas de alerta temprana (Ref.2 y 3).

Las eventos significativos acontecidos en la región del gran La Plata en 1998, 2002, 2008 y 2013, junto con otros similares observados en localidades pertenecientes a la misma región hidrometeorológica (Ejemplos destacables son: 1995 en Pergamino, 2007 en Gualaguaychú, 1985, 2012 y 2013 en CABA) han abierto la discusión sobre su comportamiento a escala regional y la posibilidad de revisar cuestiones básicas tales como: cómo se ve afectado el régimen de las lluvias, la variabilidad temporal y espacial de la lluvia, los posibles cambios en la frecuencia de tales eventos, etc.

Sin embargo esta observación constituye una revelación a medias toda vez que se analiza un evento de inundación. En este caso el evento de lluvia intensa sucede en un escenario determinado, la ciudad. Para alcanzar una comprensión acabada en tal situación, complejas interrelaciones merecen ser estudiadas, por ejemplo, la evolución que ha experimentado el espacio urbano, la dinámica del crecimiento con desarrollo de infraestructura, todo aquello que permita advertir el mayor grado de vulnerabilidad ante eventos ordinarios.

## Desarrollo Experimental

Los eventos significativos acontecidos en los últimos años revelan la necesidad de poner mayor énfasis en la caracterización de las lluvias y consecuentemente en las relaciones que vinculan los parámetros Intensidad-duración-Recurrencia-Área. Uno de los primeros estudios aplicados fue propuesto por el ingeniero Félix Langmann (Ref.4) quien estableció las primeras relaciones aplicadas al diseño de desagües en la región basados en datos pluviográficos consistentes. Posteriormente Barbero (Ref.5) estudió las lluvias intensas de la provincia de Buenos Aires, generando mapas de isohietas máximas de 24, 48 y 72 hs. Serrano (Ref.6) revisó y extendió las series pluviográficas del Observatorio Central de Buenos Aires, perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional, obteniendo el mejor estimador, hasta el presente, del régimen de las lluvias de la Capital. En el año 2005, Romanazzi (Ref.7) extiende y valida los estudios de Serrano mediante su aplicabilidad a las cuencas de la ciudad de La Plata.

Para la puesta al día de los antecedentes, es necesario contar con una base de datos actualizada, siendo requisito indispensable la calidad del dato que asegure el mayor grado de consistencia y homogeneidad de las series. Con el objeto de identificar las tormentas mayores de los últimos 30 años se han seleccionado aquellos eventos que no sólo fueron significativos desde el punto de vista de la intensidad de precipitación, sino que también presentaron la mayor extensión areal. La siguiente tabla consigna los datos globales de los eventos seleccionados:

| Evento | Fecha     | Observatorio (UNLP) |                             | La Plata Aero (SMN) |                             | Observaciones        |
|--------|-----------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|
|        |           | Ptotal (mm)         | Duración del evento (HH:mm) | Ptotal (mm)         | Duración del evento (HH:mm) |                      |
| 1-A    | 17-oct-82 | 34,7                | 4:20                        | 28                  |                             |                      |
| 2-A    | 29-ago-83 | 11,3                | 3:45                        | 15                  |                             |                      |
| 3-A    | 14-oct-85 | 15,4                | 3:30                        |                     |                             |                      |
| 4-C    | 25-mar-88 | 82,8                | 15:30                       | 84                  |                             |                      |
| 5-C    | 21-ago-89 | 70,1                | 22:50                       | 72                  |                             |                      |
| 6-A    | 30-ene-90 | 88,8                | 7:30                        | 123 (*)             |                             |                      |
| 7-B    | 20-nov-90 | 146,6               | 13:25                       | 135                 |                             |                      |
| 8-C    | 18-jun-91 | 76,7                | 16:15                       | 82                  |                             |                      |
| 9-C    | 22-oct-91 | 98,3                | 22:55                       | 86,5                |                             |                      |
| 10-A   | 11-may-92 | 55,2                | 5:55                        | 57,5                |                             |                      |
| 11-B   | 14-jun-93 | 56                  | 10:50                       | 56,5                |                             |                      |
| 12-B   | 04-dic-93 | 44,9                | 8:15                        | 87,5                |                             |                      |
| 13-C   | 31-jul-94 | 93,7                | 23:50                       | 84,5                |                             |                      |
| 14-C   | 31-ago-97 | 50,6                | 19:55                       | 53                  |                             |                      |
| 15-B   | 05-ene-98 | 119,4               | 10:15                       | 113                 |                             | Inundación           |
| 16-B   | 06-feb-99 | 59,3                | 13:40                       | 54                  |                             |                      |
| 17-A   | 01-may-00 | 54,7                | 4:00                        | 41                  |                             |                      |
| 18-B   | 22-oct-00 | 39,3                | 7:30                        | 47                  |                             |                      |
| 19-A   | 27-ene-02 | 121,2               | 4:55                        | 110                 |                             | Inundación           |
| 20-1 A | 27-feb-03 | 27,6                | 3:10                        | 28                  |                             |                      |
| 20-2 A | 27-feb-03 | 19                  | 3:55                        | 20                  |                             |                      |
| 21     | 09-dic-04 | 89,8                | s/d                         | 79,2                |                             |                      |
| 22     | 31-ene-05 | 105,6               | s/d                         | 109                 |                             | Temporal Berisso     |
| 23     | 23-sep-05 | 70,8                | s/d                         | 56,9                |                             |                      |
| 24     | 24-feb-06 | 117,1               | s/d                         | 125                 |                             | Inundación zona S    |
| 25-C   | 28-feb-08 | 118,2               | 16:45                       | 59,6                | 18:20                       | Inundación N         |
| 26-C   | 02-abr-13 | 392                 |                             | 196                 |                             | Inundación extraord. |

### Descripción hidrometeorológica del evento del 2 de abril de 2013

Durante los días 1 y 2 de abril de 2013 se registraron importantes lluvias en varias localidades de la Provincia de Buenos Aires y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. En algunas estaciones los valores de precipitación acumulados en pocas horas fueron superiores al récord histórico de 24 horas, superando además al valor normal mensual.

La información anticipada por los pronósticos hacia fines de marzo giraba en torno a la influencia ejercida por un sistema de baja presión en niveles medios y altos de la troposfera que se desplazaba lentamente. Su intensificación había provocado lluvias importantes en los días previos en la zona central del país y finalmente producía significativas precipitaciones, primero durante la madrugada del 1 al 2 de abril, en la ciudad de Buenos Aires y la zona norte y, posteriormente, durante la tarde y noche del 2 de abril, en la ciudad de La Plata y sus alrededores. Tanto en Buenos Aires como en la Plata los acumulados pluviométricos superaron ampliamente los valores esperables para esta época del año.

En la evolución del sistema de baja presión fue seguido por el SMN que para el 30 de marzo informaba acerca de un eje de valores mínimos de la presión al oeste de la costa de Chile y que rápidamente evolucionó hacia un centro de baja presión cerrado en niveles medios de la

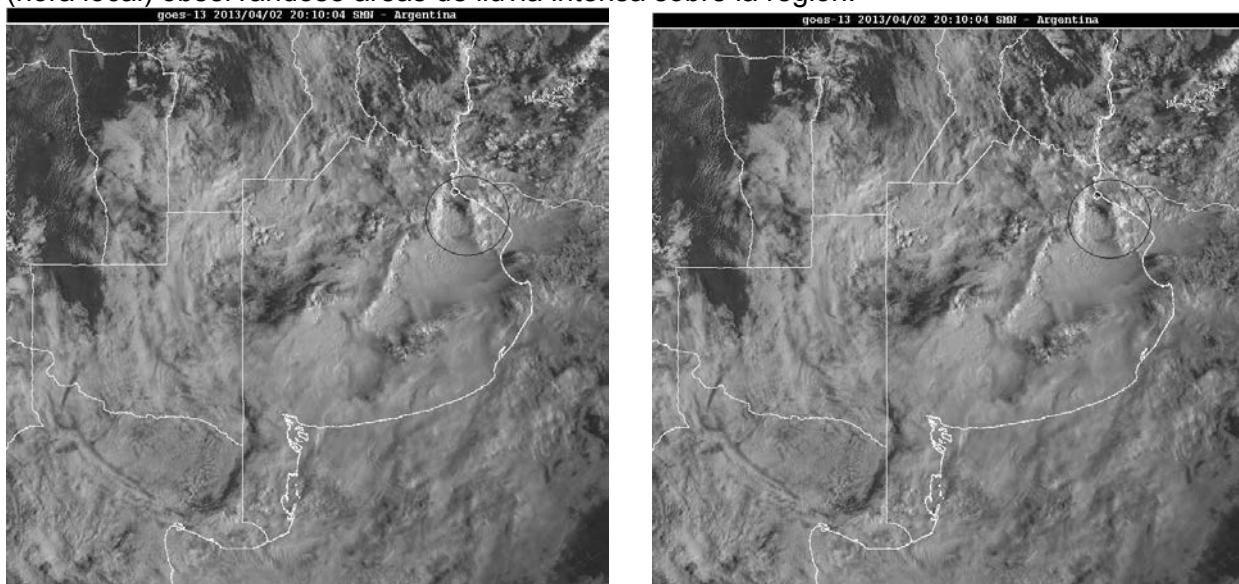
troposfera. A partir del 1 de abril este centro cerrado se fue desplazando muy lentamente de oeste a este, sobre el centro del país.

El centro de baja presión, asociado a la presencia de aire frío en niveles medios generó condiciones favorables para movimientos de ascenso generalizado en el centro-este de la Argentina, condición necesaria para la formación de nubosidad. Durante el 2 abril el desarrollo de una incipiente onda frontal ubicada en el oeste de la provincia de Buenos Aires, en combinación con un anticiclón de 1023 hPa ubicado al sudeste de Mar del Plata, geneaba vientos intensos y persistentes del cuadrante NE sobre el este de la provincia.

Esta condición favoreció el ingreso de aire húmedo en la región afectada por las precipitaciones intensas. El sostenido aumento del contenido de vapor de agua alcanzó valores máximos de entre 40 y 45 mm en la madrugada del 2 de abril.

En horas de la tarde del 2 de abril, alrededor de las 16:30 la ciudad de La Plata y vastos sectores de Berisso y Ensenada recibían las primeras precipitaciones de lo que fue el mayor temporal de lluvia del que se tenga registro en la región.

En coincidencia con las observaciones de campo y los registros pluviográficos, las imágenes de reflectividad del radar de Ezeiza desde la hora 17:00 muestran ecos que ocupan progresivamente sectores de Ensenada, Berisso y La Plata avanzando en dirección norte-sur. La persistencia de las lluvias observadas se corresponde con el lento desplazamiento de las nubes de tormenta, especialmente desde las 17:30 y hasta las 20:00. Las Figuras 1 y 2 corresponden al espectro visible del satélite GOES-13, fueron tomadas a las 17:10 y 17:40 (hora local) observándose áreas de lluvia intensa sobre la región.



Figuras 1 y 2

Los registros de la Estación Observatorio Astronómico de la UNLP, indican que entre las 18:00 y 18:30 se dieron los máximos de intensidad de precipitación, y que se repitieron en magnitud alrededor de las 19:00. Mientras que los registros de la estación pluviográfica de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP presentan comparativamente menores intensidades durante las primeras horas del evento. Esta última estación en cuestión se encuentra en Los Hornos, próxima a las cabeceras de las subcuencas de los arroyos Pérez y del Regimiento. Luego de las 20:30 se inició un período de baja intensidad de precipitación. Entre las 22:00 y las 22:30 ocurre el segundo pico de intensidad; en esta oportunidad, las máximas precipitaciones se dieron en el sector sur-sureste de la región.

El evento extraordinario, que produjo acumulados de magnitud en las cuencas de los arroyos del Gato, Maldonado y El Pescado, generó en su lento desplazamiento otras áreas de precipitación.

Hasta las 9:00 del día 2 de abril, el SMN informaba 185 mm en San Fernando, 159 mm en Villa Ortúzar, 116 mm en Ezeiza, 101 mm en Palomar, 89 mm en Morón (mientras en la Plata se registraban 15 mm en la Plata Aero; 21,8 mm en el Observatorio UNLP; y 20,4 mm en Julio Hirschhorn).

A las 9:00 del 3 de abril en La Plata se anotaron acumulados de 181 mm en La Plata Aero, 370,4 mm en Observatorio y 252,6 mm en Julio Hirschhorn.

También se destaca la lluvia de 75 mm en Las Flores Aero y 76 mm en Punta Indio B.N. En Montevideo, con los últimos desplazamientos de la tormenta se registraban 162 mm en Melilla y 128 mm en Prado, ambos ocurridos en la noche del 2 y madrugada del 3 de abril.

## Resultados y Discusión

Como ya se había mencionado, los registros pluviométricos en la zona de La Plata indican hasta las 9:00 de la mañana valores que oscilaron entre los 20 y 23 mm. El evento del día 2 comenzó en la tarde, con lluvias que alcanzaron acumulados de hasta 370,4 mm (Observatorio). Algunas estaciones particulares registraron valores superiores a los 300 mm. El valor oficial informado por la estación La Plata Aero fue de 181 mm. La Tabla adjunta sintetiza el conjunto de información relevante recolectada en diversas estaciones de medición:

| Estación            | Ubicación   |             | Precipitación acumulada (mm) |             | Fuente                   | Observaciones  |
|---------------------|-------------|-------------|------------------------------|-------------|--------------------------|----------------|
|                     | Latitud     | Longitud    | De 0:00 a 24:00              | De tormenta |                          |                |
| LP Aero             | 34° 57' 58" | 57° 53' 46" | 196                          | 181         | SINSUP-87593 SMN         | De 9H0A a 9H0A |
| Julio Hirschhorn    | 34° 59' 04" | 57° 59' 47" | 273                          | 253         | UNLP                     |                |
| Observatorio        | 34° 54' 24" | 57° 55' 57" | 392                          | 370         | UNLP                     |                |
| Part. 18 y 45       | 34° 55' 18" | 57° 57' 59" | 334                          | 310         | Particular               |                |
| Part. 9 y 528       | 34° 57' 58" | 57° 53' 46" | 313                          | 290*        | Particular               | (*) Estimado   |
| Part. 7 y 501       | 34° 52' 31" | 58° 00' 15" | 160                          | 140*        | Particular               | (*) Estimado   |
| Bavio (EA)          | 35° 02' 26" | 57° 45' 10" | 49                           | -           | Escuela Agrotécnica      |                |
| Ranelagh (Aeroclub) | 34° 44' 40" | 58° 12' 22" | 73                           | 57          | Aeroclub Río de la Plata |                |

## Discusiones sobre el estado del tiempo y la evolución del pronóstico

El evento extremo observado se relaciona con una situación generalmente conocida como de baja segregada o un vórtice ciclónico en niveles medios y altos con una importante advección de aire caliente y muy húmedo.

La ciencia meteorológica permite predecir las características de eventos intensos de bajas segregadas que involucren abundantes lluvias en sitios puntuales, pero la mayor dificultad desde el punto de vista del pronóstico reside en poder precisar con detalle su localización.

Se han observado eventos como éste en otras localidades pertenecientes a la misma región hidrometeorológica. El SMN destaca en un informe especial que la formación de sistemas de bajas segregadas y su persistencia por más de 36 horas se presentan con mayor frecuencia durante el otoño, afectando la zona central de Chile y Argentina, con un promedio de 3 eventos en cada otoño. Puntualiza además que las bajas segregadas generalmente están asociadas a



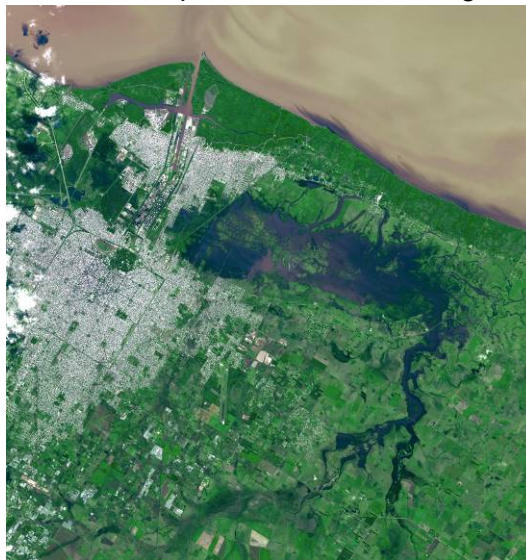
la ocurrencia de precipitaciones en la región que afecta, pero que, no obstante ello, su intensidad es variable y puede estar condicionada por factores de menor escala.

### **Análisis y caracterización espacio-temporal**

Las lluvias intensas del 2 de abril abarcaron casi la totalidad del área de las subcuencas que desaguan La Plata y alrededores. En particular, las lluvias de las subcuencas de los arroyos Pérez y del Regimiento, quedan completamente caracterizadas por medio de los registros pluviográficos de las estaciones de la UNLP.

El fenómeno se extendió también hacia el sudeste afectando las cuencas del arroyo Maldonado y del Pescado. La imagen de la NASA (Figura 3) tomada el 6 de abril da cuenta de la magnitud del fenómeno que afectó a esas cuencas. Para esa fecha los volúmenes de escorrentía habían alcanzado el bañado homónimo.

Por otra parte la información de radar permitió mejorar el conocimiento de la distribución espacial de las lluvias. Mediante el análisis comparativo de los registros pluviográficos puntuales con la evolución temporal de las señales de reflectividad del radar de Ezeiza surgieron consideraciones de interés sobre su comportamiento espacio-temporal:



Se infiere, por lo tanto, que existieron zonas de las que si bien no se dispone de datos de superficie se sabe que estuvieron afectadas por lluvias de similar intensidad a las registradas. La mayor deficiencia de información se observa particularmente sobre la cuenca del Maldonado.

En este punto es necesario destacar la mejora tecnológica que representan los sensores remotos. Sin embargo, no reemplazan a la información dura y consistente que provee una red de estaciones de la máxima densidad posible para la descripción de la distribución espacial de este tipo de eventos meteorológicos, especialmente en ambientes urbanos complejos.

A modo de síntesis, al considerar solamente las estaciones con datos pluviográficos consistentes, se observa que en algunos sectores tales como las subcuencas de los arroyos Pérez y del Regimiento los datos son suficientes para describir adecuadamente la distribución espacial de la tormenta. En otros sectores, por otra parte, fue necesario tener en cuenta valoraciones cualitativas, encontrando información complementaria de la distribución espacial de la precipitación a partir de la observación de las consecuencias de la tormenta en el medio físico.

### **Observaciones sobre la probabilidad asociada del evento**

Los análisis efectuados permiten señalar que el evento tuvo una distribución espacial tal que concentró una precipitación estadísticamente excepcional sobre la región.

Los análisis puntuales de frecuencia y recurrencia asociada a las intensidades máximas de 1 y 2 horas de duración demuestran que, en el caso de la Estación Observatorio, los valores numéricos obtenidos exceden el rango extrapolable de este tipo de modelos de predicción.

Se infiere de ello lo excepcional del evento para todas las duraciones consideradas, que corresponde a periodos de retorno muy superiores a los que habitualmente se consideran en el proyecto de sistemas de desagües pluviales urbanos.

## Conclusiones

La descripción cuantitativa del evento de abril de 2013 permitió realizar un diagnóstico sobre la disponibilidad de información actual, se pudieron detectar sectores de la cuenca con escasa o nula información y otros con información abundante pero poco relevante. La experiencia de este tipo de trabajo permite sacar provecho sobre las condiciones frecuentes de criticidad en la emergencia: como usuario del dato, al enfrentarse a evaluar el estado de mantenimiento de la red, a juzgar si la información es oficial, homologable y/o privada; de la validez de los datos de superficie y/o señales remotas; de la accesibilidad y/o no disponibilidad de la información, del condicionamiento de los tiempos de respuesta en sistemas urbanos.

Como ha sido planteado en estudios antecedentes, se enfatiza en la necesidad impostergable de densificar la red de estaciones en la región.

A la luz de los resultados alcanzados para caracterizar el fenómeno del 2 de abril se concluye que es necesario que funcionen en conjunto todos los dispositivos de monitoreo, ya sean estaciones de superficie y como sensores remotos.

Los criterios de diseño para las futuras redes deberán contemplar mecanismos de mantenimiento y funcionamiento de la red de estaciones que se sostengan en el tiempo.

Resulta indispensable a la hora de diseñar la red de alerta tener una comprensión acabada de los fenómenos meteorológicos y de las posibilidades para el manejo del pronóstico.

Finalmente se plantea la discusión acerca de cómo utilizar toda nueva información y cómo influye en los criterios aplicables al diseño de una red con objetivos diversos. Aquí es importante distinguir las capacidades, funciones y responsabilidades inherentes a un aviso, a un sistema de alerta, y al manejo y control de inundaciones.

## Bibliografía

- [1] Departamento de Hidráulica, (2013). "Estudio sobre la inundación ocurrida los días 2 y 3 de abril de 2013 en las ciudades de La Plata, Berisso y Ensenada." Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, UNLP. Bianchi. G., colaboración estudios hidrológicos, La Plata
- [2] World Meteorological Organization (WMO) 2008. "Guide to meteorological instruments and methods of observation". WMO-8 8 1-681
- [3] World Meteorological Organization (WMO) 2006. "Initial Guidance To Obtain Representative Meteorological Observations At Urban Sites" T.R. Oke, ed. Instruments And Observing Methods Report No. 81 WMO/TD-No. 1250 2006
- [4] Langmann, F.M. et al., (1951) – "El Régimen de las Lluvias de la Capital Federal", Publicación de la Dirección de Hidráulica de la provincia de Buenos Aires.
- [5] Barbero, A.J., (1968) – "Análisis de Precipitaciones Máximas en la Provincia de Buenos Aires", Boletín de la Dirección de Hidráulica de la provincia de Buenos Aires, año V Nro 7, La Plata.
- [6] Serrano, G., (1997) - "Estudio de Lluvias de la Capital Federal". Apuntes para el Curso Internacional de Hidrología con Énfasis en Aspectos Ambientales. CONAPHI, La Plata.
- [7] Romanazzi, P., (2005) - "Estudios Hidrológicos/Hidráulicos/Ambientales en la Cuenca del Arroyo del Gato, 1º Etapa". Laboratorio de Hidrología, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, Acuerdo UNLP – MLP, La Plata, Argentina.